

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

JU-IL LEE

Serial No.: *to be assigned*

Examiner: *to be assigned*

Filed: 14 February 2002

Art Unit: *to be assigned*

For: APPARATUS AND METHOD FOR PERFORMING SEEK-SERVO ROUTINE OF  
HARD DISK DRIVE

JC979 U.S. PRO  
10/073898  
02/14/02



**CLAIM OF PRIORITY  
UNDER 35 U.S.C. §119**

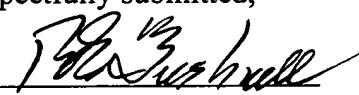
Assistant Commissioner  
for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application, Korean Priority No. 2001-8999 (filed in Republic of Korea on 22 February 2001) filed in the U.S. Patent and Trademark Office on 14 February 2002, is hereby requested and the right of priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application.

Respectfully submitted,

  
Robert E. Bushnell  
Reg. No.: 27,774  
Attorney for the Applicant

Suite 300, 1522 "K" Street, N.W.  
Washington, D.C. 20005  
(202) 408-9040

Folio: P56604  
Date: 14 February 2002  
I.D.: REB/sb

3C979 U.S. PRO  
10/073898



대한민국 특허청  
KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2001년 제 8999 호  
Application Number

출원년월일 : 2001년 02월 22일  
Date of Application

출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s)



2001 년 05 월 12 일

특허청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【참조번호】	0005		
【제출일자】	2001.02.22		
【국제특허분류】	G11B		
【발명의 명칭】	하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치 및 방법		
【발명의 영문명칭】	Apparatus and method for performing seek-servo routine of hard disk drive		
【출원인】			
【명칭】	삼성전자 주식회사		
【출원인코드】	1-1998-104271-3		
【대리인】			
【성명】	이영필		
【대리인코드】	9-1998-000334-6		
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9		
【대리인】			
【성명】	이해영		
【대리인코드】	9-1999-000227-4		
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	이주일		
【성명의 영문표기】	LEE, Ju Il		
【주민등록번호】	691109-1030028		
【우편번호】	730-030		
【주소】	경상북도 구미시 공단동 109-1 삼성사원1아파트 4동 508호		
【국적】	KR		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	2	면	2,000 원

1020010008999

2001/5/1

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	10	항	429,000	원
【합계】	460,000			원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통			

**【요약서】****【요약】**

시간 지연에도 불구하고 헤드의 실제 위치를 헤드의 목표 위치로 정확하게 추종시킬 수 있는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치 및 방법이 개시된다. 하드 디스크 드라이브에서, 원하는 트랙상의 원하는 지점으로 헤드를 이동시키는 이 장치는, 목표 속도 및 목표 위치보다 소정 시간 앞서는 목표 가속도 성분을 갖는 가속도 명령에 응답하여 헤드를 원하는 지점으로 이동시키는 엑츄에이터를 구비하는 것을 특징으로 한다. 그러므로, 헤드는 원하는 트랙상의 원하는 위치에 정확하게 실시간으로 위치될 수 있을 뿐만 아니라 헤드의 기입 및 독출 시간이 고속될 수 있는 효과가 있다.

**【대표도】**

도 2

### 【명세서】

#### 【발명의 명칭】

하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치 및 방법{Apparatus and method for performing seek-servo routine of hard disk drive}

#### 【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 하드 디스크 드라이브에 대한 예시적인 평면도이다.

도 2는 본 발명에 의한 탐색 서보 장치의 엑츄에이터에 대한 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예의 블력도이다.

도 3은 본 발명에 의한 탐색 서보 장치의 바람직한 일 실시예의 블력도이다.

#### 【발명의 상세한 설명】

##### 【발명의 목적】

##### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<4> 본 발명은 하드 디스크 드라이브(HDD:Hard Disk Drive)에 관한 것으로서, 특히, 하드 디스크 드라이브에서, 원하는 트랙의 정확한 위치로 헤드(head)를 이동시키는 탐색 서보 장치 및 방법에 관한 것이다.

<5> 종래의 하드 디스크 드라이브의 일례를 첨부한 도면을 참조하여 다음과 같이 살펴본다.

<6> 도 1은 종래의 하드 디스크 드라이브(10)에 대한 예시적인 평면도로서, 자기 디스크(12), 스팬들 모터(spindle motor)(14), 트랜스듀서(transducer)(16), 슬라이더(slider)(20), 헤드 짐벌 어셈블리(HGA:Head Gimbal Assembly)(22), 엑츄에이터 암

(actuator arm)(24), 보이스 코일(voice coil)(26), 자기 어셈블리(magnetic assembly)(28), 보이스 코일 모터(30) 및 베어링 어셈블리(bearing assembly)(32)로 구성된다.

<7> 도 1을 참조하면, 스픬들 모터(14)에 의해 회전하는 자기 디스크(12)의 표면(18)에 인접한 트랜스듀서(16)는 자기 디스크(12)의 자장을 자화시키거나 센싱하므로 정보를 자기 디스크(12) 상에 기입하거나 독출해낼 수 있다. 트랜스듀서(16)는 도 1에 도시된 바와 같이 하나만 마련될 수도 있고, 기입용 및 독출용으로 별도로 마련될 수도 있다. 트랜스듀서(16)와 일체화될 수 있는 슬라이더(20)는 트랜스듀서(16)와 디스크 표면(18) 사이에 공기 베어링(air bearing)을 형성하도록 제작될 수 있으며, HGA(22)와 일체화될 수 있다. 여기서, HGA(22)는 보이스 코일(26)을 갖는 엑츄에이터 암(24)에 장착될 수 있으며, 보이스 코일 모터(VCM)(30)를 정의하기 위해 보이스 코일(26)은 자기 어셈블리(28)에 인접할 수 있다. 이 때, 보이스 코일(26)에 전류를 제공하면 베어링 어셈블리(32)에 대해 엑츄에이터 암(24)을 회전시키는 토크가 발생하고, 엑츄에이터 암(24)이 회전할 때 디스크 표면(18)을 가로질러 트랜스듀터(16)가 이동하게 된다.

<8> 일반적으로, 정보는 자기 디스크(12)의 환상 트랙들(34) 내에 저장되고, 각 트랙(34)은 일반적으로 복수개의 섹터들을 포함하며, 각 섹터는 데이타 필드 및 식별 필드를 갖는다. 식별 필드는 섹터와 트랙을 식별시키는 그레이 코드(gray code) 정보를 포함한다. 다른 트랙상에 정보를 기입 또는 독출하기 위해서 트랜스듀서(16)가 디스크 표면(18)을 따라 움직인다. 여기서, 다른 트랙을 엑세스

하기 위해 트랜스듀서(16)를 움직이는 것을 '탐색 루틴'이라 칭한다. 즉, 탐색 루틴 동안 보이스 코일 모터(30)가 전류에 의해 여기되므로, 트랜스듀서(16)가 디스크 표면(18)상의 현재 트랙에서 새로운 트랙으로 이동될 수 있다. 트랜스듀서(16)와 액츄에이터 암(24)의 이동을 제어하는 제어부(미도시)는 '탐색 루틴'과 '서보 제어 루틴'에 따라 트랜스듀서(16)를 현재 트랙에서 새로운 트랙으로 이동시킨다. 여기서, '서보 제어 루틴'은 보다 정확한 트랙으로 트랜스듀서(16)를 이동시키는 것을 의미한다.

<9> 하드 디스크 드라이브에서 '탐색 루틴'과 '서보 제어 루틴'을 통칭하는 탐색 서보 루틴을 수행하는 종래의 탐색 서보 장치가 이상적인 경우, 즉, 시간 지연을 갖지 않는 경우, 헤드(16 및 20)의 가속도 명령 $[u(t)]$ 은 다음 수학식 1과 같이 표현된다.

<10> 【수학식 1】

$$u(t) = \ddot{y}_w(t) + K_v[\dot{y}_w(t) - \dot{y}(t)] + K_p[y_w(t) - y(t)]$$

<11> 여기서,  $\ddot{y}_w(t)$ 는 가속되기를 원하는 헤드(16 및 20)의 가속도(acceleration trajectory)(이하, 목표 가속도라 한다.)를 나타내고,  $\dot{y}_w(t)$ 는 헤드(16 및 20)의 원하는 이동 속도(velocity trajectory)(이하, 목표 속도라 한다.)를 나타내고,  $y_w(t)$ 는 헤드(16 및 20)가 이동하기를 원하는 위치(position trajectory)(이하, 목표 위치라 한다.)를 나타내고,  $y(t)$ 는 헤드(16 및 20)가 자기 디스크(12)상을 실제로 움직인 거리 즉, 실제 위치를 나타내고,  $K_v$  및  $K_p$ 는 속도 상수 및 위치 상수를 각각 나타내고,  $\cdot$ 는 미분을 나타내고,  $\cdot\cdot$ 는 두 번 미분을 나타낸다. 만일, 헤드(16 및 20)의 목표 가속도가  $\sin(t)$ 라면, 목표 속도는  $1-\cos(t)$ 가 되고, 목표 위치는  $t-\sin(t)$ 가 된다.

<12> 수학식 1에 기재된 헤드(16 및 20)의 가속도 명령을 라플라스(Laplace) 변환하고,

라플라스 변환된 목표 위치 [ $Y_w(s) \equiv L\{y_w(t)\}$ ]와 실제 위치 [ $Y(s) \equiv L\{y(t)\}$ ] 간의 비율로 나타나는 전이(transient) 응답 특성을 살펴보면, 다음 수학식 2와 같이 표현된다.

<13> 【수학식 2】

$$\frac{Y(s)}{Y_w(s)} = \frac{s^2 + K_v s + K_p}{s^2 + K_v s + K_p} = 1$$

<14> 수학식 2로부터 시간 지연( $T_d$ )이 '0'이라면, 헤드(16 및 20)의 실제 위치 [ $y(t)$ ]는 헤드(16 및 20)의 목표 위치 [ $y_w(t)$ ]를 정확하게 추종함을 알 수 있다. 그러나, 일반적으로 종래의 탐색 서보 장치는 원하는 자기 디스크(12)상에 원하는 트랙 즉, 원하는 지점으로 헤드(16 및 20)를 이동시키기 위해서, 수학식 1에 표현된 가속도 명령을 계산하고 계산된 가속도 명령으로 액튜에이터가 헤드(16 및 20)의 토크를 변화시킬 때까지 소정 시간( $T_d$ )을 소요한다. 이러한, 소정 시간( $T_d$ ) 동안의 시간 지연이 발생할 경우, 수학식 1에 표시된 헤드의 가속도 명령 [ $u'(t)$ ]은 다음 수학식 3과 같이 표현된다.

<15> 【수학식 3】

$$u'(t) = \ddot{y}_w(t-T_d) + K_v [y_w(t-T_d) - \dot{y}(t-T_d)] + K_p [y_w(t-T_d) - y(t-T_d)]$$

<16> 여기서, 수학식 3을 라플라스 변환한 다음 라플라스 변환된 실제 위치 [ $Y(s)$ ]와 목표 위치 [ $Y_w(s)$ ]간의 비율로 나타나는 전이 응답 특성을 살펴보면 다음 수학식 4와 같이 표현된다.

<17> 【수학식 4】

$$\frac{Y(s)}{Y_w(s)} = \frac{(s^2 + K_v s + K_p) e^{-T_d s}}{s^2 + K_v s e^{-T_d s} + K_p e^{-T_d s}} \neq 1$$

<18> 수학식 4로부터 알 수 있듯이, 시간 지연( $T_d$ )이 '0'이 아닌 경우, 종래의 탐색 서보 장치는 헤드(16 및 20)의 실제 위치를 목표 위치로 정확하게 추종시킬 수 없는 문제

점을 갖는다. 결국, 종래의 탐색 서보 장치는 시간 지연(Td)에 의해 오버 슈트(overshoot)를 발생시켜 헤드(16 및 20)를 원하는 트랙상의 원하는 위치로 정확히 이동시킬 수 없는 문제점을 갖는다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<19> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 전술한 시간 지연(Td)에도 불구하고 헤드의 실제 위치를 헤드의 목표 위치로 정확하게 추종시킬 수 있는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치를 제공하는 데 있다.

<20> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 상기 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치에서 수행되는 탐색 서보 방법을 제공하는 데 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<21> 상기 과제를 이루기 위해, 하드 디스크 드라이브에서, 원하는 트랙상의 원하는 지점으로 헤드를 이동시키는 본 발명에 의한 탐색 서보 장치는, 목표 속도 및 목표 위치보다 소정 시간 앞서는 목표 가속도 성분을 갖는 가속도 명령에 응답하여 상기 헤드를 상기 원하는 지점으로 이동시키는 엑츄에이터로 구성되는 것이 바람직하다.

<22> 상기 다른 과제를 이루기 위해, 하드 디스크 드라이브에서, 원하는 트랙상의 원하는 지점으로 헤드를 이동시키는 본 발명에 의한 탐색 서보 방법은, 목표 속도 및 목표 위치보다 소정 시간 앞서는 목표 가속도 성분을 갖는 가속도 명령을 이용하여 상기 헤드를 상기 원하는 지점으로 이동시키는 단계로 이루어지는 것이 바람직하다.

<23> 이하, 본 발명에 의한 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치의 구성 및 동작을 첨부한 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

<24> 도 2는 본 발명에 의한 탐색 서보 장치의 액츄에이터(38)에 대한 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예의 블럭도로서, 지연기(40), 제1 및 제2 적분기들(42 및 44)로 구성된다.

<25> 본 발명에 의한 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치의 액츄에이터(38)는 목표 위치 [ $y_w(t)$ ] 및 목표 속도 [ $v_w(t)$ ]보다 소정 시간( $Td'$ ) 앞서는 목표 가속도 [ $a_w(t+Td')$ ] 성분을 갖는 가속도 명령 [ $u_E(t)$ ]을 입력단자 IN을 통해 입력하고, 입력한 가속도 명령에 응답하여 헤드를 원하는 지점으로 이동시키고, 이동된 헤드의 위치에 대한 정보인 위치 정보 [ $y(t)$ ]를 출력단자 OUT를 통해 출력한다. 여기서, 소정 시간( $Td'$ )이란, 본 발명에 의한 탐색 서보 장치에서 헤드를 원하는 위치로 이동시키는 데 소요되는 시간을 의미한다. 예를 들면, 소정 시간( $Td'$ )은, 가속도 명령 [ $u_E(t)$ ]을 계산하는 시간과 계산된 가속도 명령 [ $u_E(t)$ ]에 응답하여 액츄에이터(38)가 헤드의 토크를 변화시킬 때까지 소요되는 시간이 될 수 있다.

<26> 이 때, 액츄에이터(38)에 대한 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예의 구성 및 동작을 살펴보면 다음과 같다.

<27> 도 2에 도시된 액츄에이터(38)의 지연기(40)는 가속도 명령 [ $u_E(t)$ ]을 입력단자 IN을 통해 입력하여 소정 시간( $Td'$ )동안 지연하고, 지연된 결과를 가속도 [ $a(t) = \ddot{y}(t)$ ]로서 제1 적분기(42)로 출력한다. 즉, 지연기(40)는 전달함수  $e^{-Td'}s$ 를 갖는다. 이 때, 제1 적분기(42)는 지연기(40)로부터 출력되는 가속도 [ $a(t)$ ]를 적분하고, 적분된 결과를 속도 [ $v(t) = \dot{y}(t)$ ]로서 제2 적분기(44)로 출력한다. 다음에, 제2 적분기(44)는 제1 적분기(42)로부터 출력되는 속도 [ $v(t)$ ]를 적분하고, 적분된 결과를 헤드의 위치에 대한 위치 정보 [ $y(t)$ ]로서 출력단자 OUT를 통해 출력한다. 따라서, 제1 및 제2 적분기들(42 및

44) 각각의 전달함수는  $1/s$ 임을 알 수 있다.

<28> 전술한 목표 위치 [ $y_w(t)$ ], 목표 속도 [ $v_w(t)$ ] 및 목표 가속도 [ $a_w(t+Td')$ ]는 헤드가 이동된 트랙에 저장된 그레이 코드를 출력할 때마다 외부에서 계산된다. 이 때, 종래와 달리 본 발명에 의한 탐색 서보 장치에서 사용되는 목표 가속도 [ $a_w(t+Td')$ ]는 목표 속도 [ $v_w(t)$ ] 및 목표 위치 [ $y_w(t)$ ]보다 소정 시간 ( $Td'$ ) 앞서므로, 가속도 명령 [ $u_E(t)$ ]은 다음 수학식 5와 같이 표현될 수 있다.

<29> 【수학식 5】

$$u_E(t) = \ddot{y}_w(t+T_d') + K_v[\dot{y}_w(t) - \dot{y}(t)] + K_p[y_w(t) - y(t)] \\ = a_w(t+T_d') + K_v[v_w(t) - v(t)] + K_p[y_w(t) - y(t)]$$

<30>

여기서,  $\ddot{y}_w(t+T_d')$ 는 소정 시간 ( $Td'$ ) 만큼 앞선 목표 가속도 [ $a_w(t+Td')$ ] 성분을 나타내고,  $K_v$  및  $K_p$ 는 속도 및 위치 상수를 각각 나타내고,  $\dot{y}_w(t)$ 은 목표 속도 [ $v_w(t)$ ]를 각각 나타낸다.

<31> 한편, 도 2에 도시된 엑츄에이터(38)에 입력되는 가속도 명령 [ $u_E(t)$ ]은 외부로부터 주어질 수도 있고, 다음과 같이 본 발명에 의한 탐색 서보 장치에서 발생될 수도 있다.

<32> 도 3은 본 발명에 의한 탐색 서보 장치의 바람직한 일 실시예의 블럭도로서, 제어부(50) 및 엑츄에이터(38)로 구성된다.

<33> 도 3에 도시된 제어부(50)는 외부로부터 입력한 목표 위치 [ $y_w(t)$ ], 목표 속도 [ $v_w(t)$ ] 및 목표 가속도 [ $a_w(t+Td')$ ]를 이용하여 가속도 명령 [ $u_E(t)$ ]을 발생한다.

이를 위해, 제어부(50)는 감산기(60), 제1 및 제2 비례 적분기(PI:Proportional Integrator)들(62 및 66), 제1 및 제2 가/감산기들(64 및 68) 및 추정기(estimator)(72)로 구성된다.

<34> 도 3에 도시된 탐색 서보 장치의 제어부(50)에 포함되는 감산기(60)는 목표 위치 [ $y_w(t)$ ]로부터 추정기(72)에서 출력되는 헤드의 추정된 실제 위치 [ $y_E(t)$ ]를 감산하고, 감산된 결과를 제1 비례 적분기(62)로 출력한다. 이 때, 제1 비례 적분기(62)는 감산기(60)에서 감산된 결과 [ $y_w(t) - y_E(t)$ ]를 입력하여 다음 수학식 6과 같이 비례 적분하고, 비례 적분한 결과인 위치 보정값 [ $p_{PI}(t)$ ]을 제1 가/감산기(64)로 출력한다.

<35> 【수학식 6】

$$p_{PI}(t) = K_1 \times [y_w(t) - y_E(t)] + K_2 \times \int [y_w(t) - y_E(t)] dt$$

<36> 여기서,  $K_1$  및  $K_2$ 는 제1 비례 적분기(62)에 미리 저장되어 수학식 6의 계산을 위해 서 사용되는 비례 상수 및 적분 상수를 각각 나타낸다.

<37> 제1 가/감산기(64)는 수학식 6에 표현된 위치 보정값 [ $p_{PI}(t)$ ]과 목표 속도 [ $v_w(t)$ ]를 가산하고, 가산된 결과로부터 추정기(72)에서 출력되는 헤드의 추정된 실제 속도 [ $v_E(t)$ ]를 감산하고, 감산된 결과 [ $v_w(t) + p_{PI}(t) - v_E(t)$ ]를 제2 비례 적분기(66)로 출력한다.

<38> 이 때, 제2 비례 적분기(66)는 제1 가/감산기(64)에서 가산 및 감산된 결과 [ $v_w(t) + p_{PI}(t) - v_E(t)$ ]를 입력하여 다음 수학식 7과 같이 비례 적분하고, 비례 적분한 결과인 속도 보정값 [ $v_{PI}(t)$ ]을 제2 가/감산기(68)로 출력한다.

&lt;39&gt; 【수학식 7】

$$v_{PI}(t) = K_3 \times [v_w(t) + p_{PI}(t) - v_E(t)] + K_4 \times \int [v_w(t) + p_{PI}(t) - v_E(t)] dt$$

<40> 여기서,  $K_3$  및  $K_4$ 는 제2 비례 적분기(66)에 미리 저장되어 수학식 7의 계산을 위해서 사용되는 비례 상수 및 적분 상수를 각각 나타낸다.

<41> 제2 가/감산부(68)는 속도 보정값  $[v_{PI}(t)]$ 과 목표 가속도  $[a_w(t+Td')]$ 를 합산한 결과로부터 헤드의 앞 먹임(feedforward) 가속도  $[w_E(t)]$ 를 감산하고, 감산된 결과  $[a_w(t+Td') + v_{PI}(t) - w_E(t)]$ 를 가속도 명령  $[u_E(t)]$ 으로서 엑츄에이터(38) 및 추정기(72)로 각각 출력한다.

<42> 여기서,  $w_E(t) = K_2 = K_4 = 0$ ,  $K_1 K_3 = K_P$  및  $K_3 = K_V$ 가 될 때, 제2 가/감산부(68)로부터 엑츄에이터(38)로 입력되는 가속도 명령  $[u_E(t) = a_w(t+Td') + v_{PI}(t) - w_E(t)]$ 은 수학식 5와 동일해짐을 알 수 있다.

<43> 한편, 추정기(72)는 제2 가/감산기(68)에서 감산된 결과인 가속도 명령  $[u_E(t)]$ 과 엑츄에이터(38)에 의해 이동된 헤드의 위치 정보  $[y(t)]$ 로부터 앞 먹임 가속도, 실제 속도 및 실제 위치를 추정하고, 추정된 실제 위치  $[y_E(t)]$ , 추정된 실제 속도  $[v_E(t)]$  및 추정된 앞 먹임 가속도  $[w_E(t)]$ 를 감산기(60), 제1 및 제2 가/감산기들(64 및 68)로 각각 출력한다.

<44> 예를 들어, 도 2에 도시된 엑츄에이터(38)의 상태 방정식이 다음 수학식 8과 같이 표현된다고 하자.

&lt;45&gt; 【수학식 8】

$$\dot{y}(t) = v(t)$$

$$<46> \dot{v}(t) = u_E(t-T_d) + d(t)$$

$$<47> d(t) = 0$$

<48> 여기서,  $d(t)$ 은 왜란(disturbance)을 나타내며,  $d(t)=0$ 은  $d(t)$ 가 상수임을 나타낸다. 이 때, 추정기(72)는 다음 수학식 9와 같이 앞 먹임 가속도 [ $w_E(t)$ ], 실제 속도 [ $v_E(t)$ ] 및 실제 위치 [ $y_E(t)$ ]를 추정할 수 있다.

<49> 【수학식 9】

$$\dot{y}_E(t) = v_E(t) + l_1 [y(t) - y_E(t)]$$

$$<50> \dot{v}_E(t) = u_E(t-T_d) + w_E(t) + l_2 [y(t) - y_E(t)]$$

$$<51> \dot{w}_E(t) = l_3 [y(t) - y_E(t)]$$

<52> 여기서,  $l_1$ 은 상수로서 단위는  $s^{-1}$ (여기서,  $s$ 는 초를 의미한다.)이고,  $l_2$ 은 상수로서 단위는  $s^{-2}$ 이고,  $l_3$ 은 상수로서 단위는  $s^{-3}$ 이다.

<53> 결국, 본 발명에 의한 탐색 서보 장치 및 방법에 의해 이동되는 헤드의 위치 응답 특성을 살펴보면 다음 수학식 10과 같이 표현된다.

<54> 【수학식 10】

$$\ddot{y}(t) = \ddot{y}_w(t) + K_v [y_w(t-T_d) - \dot{y}(t-T_d)] + K_p [y_w(t-T_d) - y(t-T_d)]$$

<55> 여기서, 수학식 10을 라플라스 변환한 다음, 라플라스 변환된 실제 위치 [ $Y(s)$ ]와 목표 위치 [ $Y_w(s)$ ]간의 비를 구하면 다음 수학식 11과 같이 표현된다.

&lt;56&gt; 【수학식 11】

$$\frac{Y(s)}{Y_w(s)} = \frac{s^2 + K_v s e^{-T_d s} + K_p e^{-T_d s}}{s^2 + K_v s e^{-T_d s} + K_p e^{-T_d s}} = 1$$

<57> 수학식 4와 수학식 11을 대비하여 보면, 본 발명에 의한 탐색 서보 장치 및 방법은 시간 지연( $T_d'$ )이 '0'이 아닌 경우에도 헤드의 실제 위치를 목표 위치로 정확하게 추종 시킬 수 있음을 알 수 있다.

<58> 도 3에 도시된 본 발명에 의한 탐색 서보 장치의 제어부(50)에서 가속도 명령 [ $u_E(t)$ ]을 계산하는 시간, 예를 들면, 추정기(72)가 해당하는 값을 추정하는 시간, 제1 및 제2 비례 적분기들(62 및 66)이 비례 적분하는 시간, 감산기(60)에서 감산하는 시간, 제1 및 제2 가/감산기들(64 및 68)에서 가산 및 감산하는 시간, 목표 위치 [ $y_w(n)$ ], 목표 속도 [ $v_w(n)$ ] 및 목표 가속도 [ $a_w(n+1)$ ]가 계산되는 시간은 모두 소정 시간( $T_d'$ )에 포함될 수 있다.

<59> 한편, '음향 노이즈를 감소시키기 위한 하드 디스크 드라이브와 그 방법'이라는 제목으로 1999년 10월 7일에 출원된 국내 특허 출원 번호 1999-43313에 개시된 특허를 통해, 탐색 길이( $X_{SK}$ )가 주어질 경우 목표 가속도 [ $a_w(t+T_d')$ ], 목표 속도 [ $v_w(t)$ ] 및 목표 위치 [ $y_w(t)$ ]의 이산 시간 궤적을 구할 수 있다. 그러므로, 수학식 5에 보여진  $\ddot{y}_w(t+T_d')$  도 계산할 수 있다.

<60> 그러나, 본 발명에서는 추가적인 계산없이 소정 시간( $T_d'$ )을 '1'로 하여, 즉, 목표 가속도 [ $a_w(n+1)$ ][여기서,  $n$ 은 디지털적으로 표현된 시간으로서, 서보 샘플 카운트(servo sample count)를 나타낸다.]가 목표 속도 [ $v_w(n)$ ] 및 목표 위치 [ $y_w(n)$ ]보다 1 서보 샘플 만큼 앞서도록 구현할 수 있다. 왜냐하면, 소정 시간( $T_d'$ )은 샘플링 주기( $T_s$ )와 비슷하

게 구해지기 때문이다. 따라서, 개시된 전술한 특허를 통해, 목표 가속도 [ $a_w(n+1)$ ]를 다음 수학식 12와 같이 표현하고, 목표 속도 [ $v_w(n)$ ]를 다음 수학식 13과 같이 표현하고, 목표 위치 [ $y_w(n)$ ]를 다음 수학식 14와 같이 표현할 수 있다.

<61> 【수학식 12】

$$a_w(n+1) = \frac{2\pi X_{SK}}{N_{SK}^2 T_{SM}^2} \sin \frac{2\pi(n+1)}{N_{SK}}$$

<62> 여기서,  $X_{SK}$ 는 탐색 길이(seek length)를 나타내고,  $N_{SK}$ 는 샘플당 탐색 시간을 각각 나타낸다.

<63> 【수학식 13】

$$v_w(n) = \frac{X_{SK}}{N_{SK} T_{SM}} \left[ 1 - \cos \left( \frac{2\pi n}{N_{SK}} \right) \right]$$

<64> 여기서,  $T_{SM}$ 은 서보 샘플링 시간을 각각 나타낸다.

<65> 【수학식 14】

$$y_w(n) = \frac{X_{SK}}{N_{SK}} n - \frac{X_{SK}}{2\pi} \sin \frac{2\pi n}{N_{SK}}$$

<66> 가속도 명령 [ $u_E(n)$ ]을 발생하는 본 발명에 의한 탐색 서보 장치의 제어부(50)는 예를 들면 마이크로 콘트롤러(microcontroller) 또는 디지털 신호 처리(DSP:Digital Signal Process) 칩(chip)으로 구현될 수 있다.

<67> 본 발명에 의한 탐색 서보 장치 및 방법에 의해 원하는 트랙 상의 원하는 지점으로 헤드를 정확하게 이동시키는 탐색 시간과 종래의 탐색 서보 장치에 의한 탐색 시간을 상온(25°C)에서 비교하면 다음 표 1과 같이 보여진다.

<68>

【표 1】

구 분	X <sub>SK</sub> =1			X <sub>SK</sub> =NT/3				X <sub>SK</sub> =NT	X <sub>SK</sub> =랜덤	
	Fwd	Rev	Avg	OD	MD	ID	Avg			
기입	종래	0.55	0.55	0.55	9.34	9.32	9.32	9.33	16.80	9.05
	본 발명	0.47	0.48	0.47	9.28	9.20	9.29	9.26	16.73	8.89
독출	종래	0.46	0.45	0.46	9.00	8.96	8.99	8.98	16.43	8.66
	본 발명	0.40	0.41	0.40	8.95	8.87	8.98	8.93	16.39	8.64

<69> 표 1에서, 탐색 거리( $X_{SK}$ )가 1이라는 것은 탐색 서보 장치가 헤드를 단위 트랙 만큼 이동시키는 것을 의미하고,  $X_{SK}$ 가 NT/3(여기서, NT는 디스크상에 마련될 수 있는 트랙의 수를 의미한다.)이라는 것은 탐색 서보 장치가 헤드를 NT/3 트랙들 만큼 이동시키는 것을 의미하고,  $X_{SK}$ 가 NT라는 것은 탐색 서보 장치가 헤드를 전 트랙들 만큼 이동시키는 것을 의미하고,  $X_{SK}$ 가 랜덤이라는 것은 탐색 서보 장치가 헤드를 랜덤한 트랙수 만큼 이동시키는 것을 의미하고, Fwd는 헤드의 전진 이동을 의미하고, Rev는 헤드의 후진 이동을 의미하고, Avg는 평균값을 의미하고, OD는 Outer Diameter을 의미하고, MD는 Middle Diameter을 의미하고, ID는 Inner Diameter을 각각 의미한다.

<70> 표 1로부터 알 수 있듯이, 본 발명에 의한 탐색 서보 장치 및 방법은 종래의 탐색 서보 장치에 대비하여 전반적으로 탐색 성능을 향상시켰다. 따라서, 하드 디스크 드라이브에서 디스크 상에 정보를 기록하거나 디스크로부터 정보를 독출하는 데 소요되는 시간이 빨라짐을 알 수 있다.

### 【발명의 효과】

<71> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치 및 방법은 시간 지연( $T_d'$ )을 고려하여 목표 가속도를 설정하여 주기 때문에 오버 슈트를 제거하여 원하는 트랙상의 원하는 목표 위치로 헤드의 실제 위치가 정확하고 이상

적으로 추종될 수 있도록 한다. 그러므로, 헤드를 원하는 트랙상의 원하는 위치에 정확하게 실시간으로 위치시킬 수 있을 뿐만 아니라 헤드의 기입 및 독출 시간을 고속화시킬 수 있는 효과를 갖는다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

하드 디스크 드라이브에서, 원하는 트랙상의 원하는 지점으로 헤드를 이동시키는 탐색 서보 장치에 있어서,  
목표 속도 및 목표 위치보다 소정 시간 앞서는 목표 가속도 성분을 갖는 가속도 명령에 응답하여 상기 헤드를 상기 원하는 지점으로 이동시키는 엑츄에이터를 구비하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치.

**【청구항 2】**

제1 항에 있어서, 상기 소정 시간은 상기 가속도 명령을 계산하는 시간 및 계산된 상기 가속도 명령에 응답하여 상기 엑츄에이터가 상기 헤드의 토크를 변화시킬 때까지 소요되는 시간을 포함하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치.

**【청구항 3】**

제1 항에 있어서, 상기 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치는 속도 보정값과 상기 목표 가속도를 합산한 결과로부터 상기 헤드의 앞 먹임 가속도를 감산하고, 감산된 결과를 상기 가속도 명령으로서 출력하는 가/감산부; 및 상기 가속도 명령과 위치 정보로부터 상기 앞 먹임 가속도를 추정하는 추정기를 더 구비하고,

상기 엑츄에이터는 이동된 상기 헤드의 위치에 대한 정보인 상기 위치 정보를 상기 추정기로 출력하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치.

## 【청구항 4】

제3 항에 있어서,

상기 속도 보정값은 위치 보정값과 상기 목표 속도를 가산한 결과로부터 상기 헤드의 추정된 실제 속도를 감산한 결과를 비례 적분하여 구해지고,

상기 위치 보정값은 상기 목표 위치로부터 상기 헤드의 추정된 실제 위치를 감산한 결과를 비례 적분하여 구해지고,

상기 추정기는 상기 가/감산부로부터 출력되는 상기 가속도 명령과 상기 엑츄에이터로부터 출력되는 상기 위치 정보로부터 상기 실제 속도 및 상기 실제 위치를 추정하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치.

## 【청구항 5】

제3 항 또는 제4 항에 있어서, 상기 엑츄에이터는

상기 가/감산부로부터 출력되는 상기 가속도 명령을 상기 소정 시간 지연하고, 지연된 결과를 출력하는 지연기;

상기 지연기에서 지연된 결과를 적분하고, 적분된 결과를 출력하는 제1 적분기; 및

상기 제1 적분기에서 적분된 결과를 상기 위치 정보로서 상기 추정기로 출력하는 제2 적분기를 구비하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치.

## 【청구항 6】

제5 항에 있어서, 상기 목표 가속도는 아래와 같이 구해지고,

$$a_w(n+1) = \frac{2\pi X_{SK}}{N_{SK}^2 T_{SM}^2} \sin \frac{2\pi(n+1)}{N_{SK}}$$

[여기서,  $a_w(n+1)$ 은 상기 목표 가속도를 나타내고,  $n$ 은 서보 샘플 번호를 나타내고,  $X_{SK}$ 는 탐색 길이를 나타내고,  $N_{SK}$ 는 샘플당 탐색 시간을 각각 나타낸다.]

상기 목표 속도는 아래와 같이 구해지고,

$$v_w(n) = \frac{X_{SK}}{N_{SK} T_{SM}} \left[ 1 - \cos\left(\frac{2\pi n}{N_{SK}}\right) \right]$$

[여기서,  $v_w(n)$ 은 목표 속도를 나타내고,  $T_{SM}$ 은 서보 샘플링 시간을 각각 나타낸다.]

상기 목표 위치 [ $y_w(n)$ ]는 아래와 같이 구해지는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치.

$$y_w(n) = \frac{X_{SK}}{N_{SK}} n - \frac{X_{SK}}{2\pi} \sin \frac{2\pi n}{N_{SK}}$$

### 【청구항 7】

제2 항에 있어서, 상기 소정 시간은 단위 서보 샘플에 해당하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치.

### 【청구항 8】

하드 디스크 드라이브에서, 원하는 트랙상의 원하는 지점으로 헤드를 이동시키는 탐색 서보 방법에 있어서,

목표 속도 및 목표 위치보다 소정 시간 앞서는 목표 가속도 성분을 갖는 가속도 명령을 이용하여 상기 헤드를 상기 원하는 지점으로 이동시키는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 방법.

**【청구항 9】**

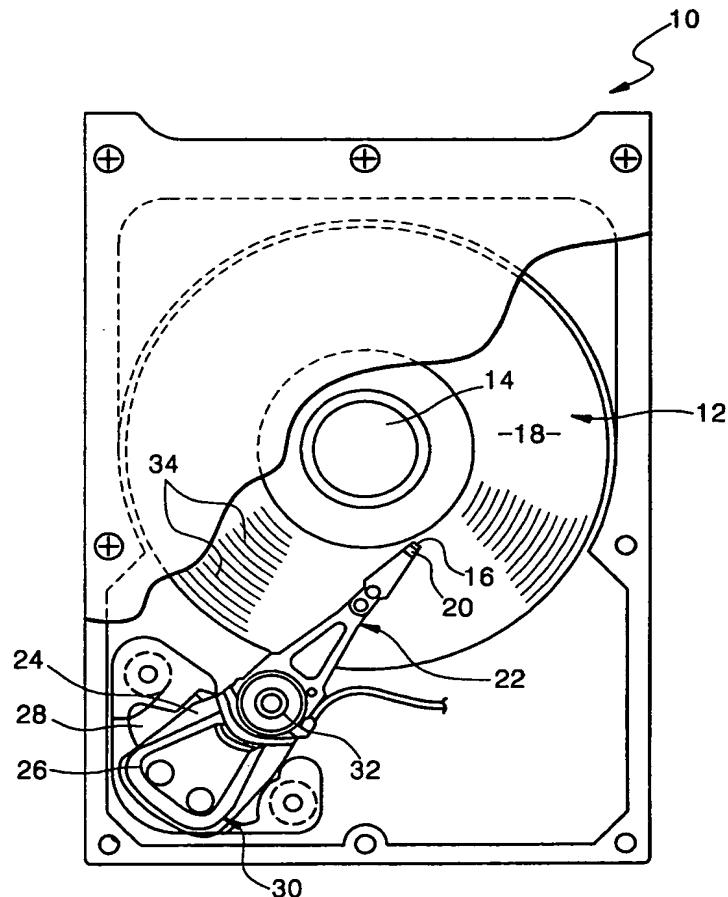
제8 항에 있어서, 상기 소정 시간은 상기 가속도 명령을 계산하는 시간 및 계산된 상기 가속도 명령에 상응하여 상기 헤드의 토크를 변화시킬 때까지 소요되는 시간을 포함하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 방법.

**【청구항 10】**

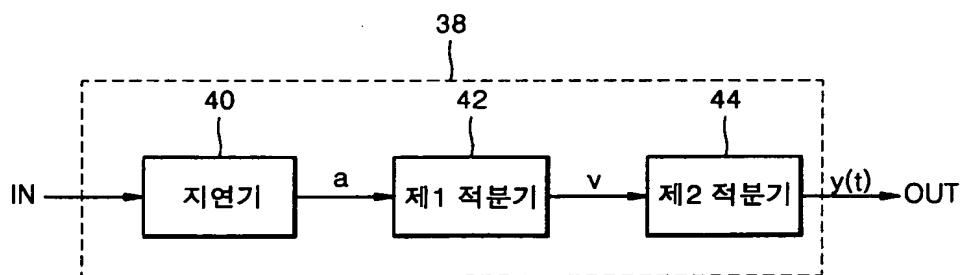
제8 항에 있어서, 상기 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 방법은 속도 보정값과 상기 목표 가속도를 합산한 결과로부터 상기 헤드의 앞 먹임 가속도를 감산하여 상기 가속도 명령을 구하고, 상기 가속도 명령과 상기 헤드가 이동된 지점의 위치에 대한 정보인 위치 정보로부터 상기 앞 먹임 가속도를 추정하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 방법.

## 【도면】

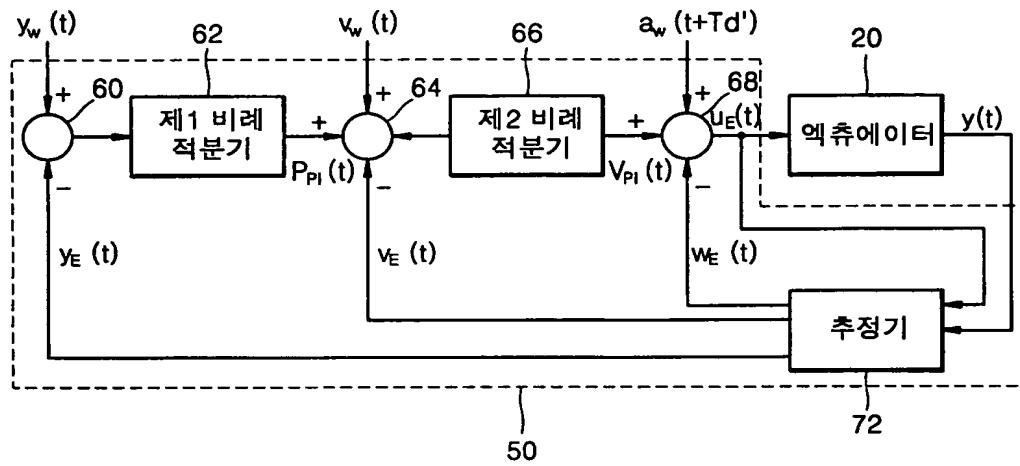
【도 1】



【도 2】



【도 3】



## NOTICE TO SUBMIT RESPONSE

### Patent Applicant

Name: Samsung Electronics Co., Ltd. (Applicant Code: 119981042713)  
Address: 416 Maetan-3-dong, Paldal-gu, Suwon-City,  
Kyunggi-do, Korea

### Attorney

Name: Young-pil Lee et al.  
Address: 2F Cheonghwa Bldg., 1571-18 Seocho-dong, Seocho-ku, Seoul,  
Korea

Application No.: 10-2001-0008999

100

Title of the Invention: Apparatus and method for performing seek-servo routine of hard disk drive

According to Article 63 of the Korean Patent Law, the applicant is notified that the present application has been rejected for the reasons given below. Any Argument or Amendment which the applicant may wish to submit, must be submitted by May 28, 2003. An indefinite number of one-month extensions in the period for submitting a response may be obtained upon request, however no official confirmation of the acceptance of a request for an extension will be issued.

### Reasons

The invention as claimed in claim 1 could have been easily invented by one of ordinary skill in the art prior to the filing of the application, and thus this application is rejected according to Article 29(2) of the Korean Patent Law.

### Below

Claim 1 relates to a seek-servo apparatus of a hard disk drive, which is capable of moving a head to a desired track location and includes an actuator moving the head to the desired track location in response to an acceleration command having a target acceleration which leads a target velocity and a target position by a predetermined time. Claim 8 claims a step of moving a head to a desired track location using an acceleration command having a

target acceleration that leads a target velocity and a target position by a predetermined time. However, Japanese Patent Publication No. hei 02-304777 (published 18 December 1990) discloses "a method for controlling a magnetic disk apparatus so as to locate a magnetic head apparatus at a target track", and Korean Patent Laid-open Publication No. 1991-15989 (published 30 September 1991) discloses "a method for controlling the determination of a converter's location by calculating a target position, a target velocity, and a target acceleration every sampling period using a multinomial expression and placing a target object at a predetermined location based upon the target position, the target velocity, and the target acceleration." Accordingly, the present invention is considered to have been possibly invented by one skilled in the art based on the two cited references.

2. It is unclear what "the gate pattern" in Claim 3 refers to because there is no gate pattern mentioned in Claim 1, to which Claim 3 belongs.

Enclosure: Japanese Patent Laid-open Publication No. 02-304777  
Korean Patent Laid-open Publication No. 1991-15989

28 March 2003

Jun-ho Ahn/Examiner  
Examination Division 4  
Korean Industrial Property Office

출력 일자: 2003/3/29

발송번호 : 9-5-2003-011303210

발송일자 : 2003.03.28

제출기일 : 2003.05.28

수신 : 서울 서초구 서초3동 1571-18 청화빌딩 2

층

이영필 귀하

137-874

특허청  
의견제출통지서

출원인 명칭 삼성전자주식회사 (출원인코드: 119981042713)

2471

주소 경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416번지

대리인 성명 이영필 외 1명

주소 서울 서초구 서초3동 1571-18 청화빌딩 2층

출원번호 10-2001-0008999

발명의 명칭 하드 디스크 드라이브의 탐색 서보 장치 및 방법

이 출원에 대한 심사결과 아래와 같은 거절이유가 있어 특허법 제63조의 규정에 의하여 이를 통지하오니 의견이 있거나 보정이 필요할 경우에는 상기 제출기일까지 의견서 또는/및 보정서를 제출하여 주시기 바랍니다. (상기 제출기일에 대하여 매회 1월 단위로 연장을 신청할 수 있으며, 이 신청에 대하여 별도의 기간연장승인통지는 하지 않습니다.)

[이유]

이 출원의 특허청구범위 제1항에 기재된 발명은 그 출원전에 이 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 아래에 지적한 것에 의하여 용이하게 발명할 수 있는 것이므로 특허법 제29조 제2항의 규정에 의하여 특허를 받을 수 없습니다.

[아래]

청구범위 제1항은 목표속도 및 목표위치보다 소정시간 앞서는 목표가속도 성분을 갖는 가속도 명령에 응답하여 헤드를 원하는 지점으로 이동시키는 액츄에이터를 구비하는 하드디스크 드라이브의 탐색 서보장치에 관한 것이고, 제8항은 목표속도 및 목표위치보다 소정시간 앞서는 목표가속도 성분을 갖는 가속도 명령을 이용하여 헤드를 원하는 지점으로 이동시키는 단계를 구비하는 하드디스크 드라이브의 탐색 서보방법에 관한 것이다.

이는 인용발명1(일본특개평02-304777호, 1990.12.18)에 공지된 "자기헤드를 목표트랙에 위치시키기 위해 속도 및 가속도를 예측 판정하고 이를 적용하여 실시간으로 헤드를 목표트랙에 위치시키는 자기디스크 장치의 제어방법"과 인용발명2(공개특허공보 제1991-15989호, 1991.09.30)에 공지된 "목표위치, 목표속도, 목표가속도를 매 샘플주기에서 단항식을 사용하여 계산하고 이에 의해 제어 대상물을 이동시켜서 위치를 결정하는 제어방식"으로부터 용이하게 발명할 수 있는 것입니다.

[첨부]

첨부 1 일본공개특허공보 평02-304777호(1990.12.18) 1부

첨부2 공개특허공보 제1991-15989호(1991.09.30) 1부 끝.

2003.03.28

특허청

심사4국

정보심사담당관실

심사관 안준호



출력 일자: 2003/3/29

**<<안내>>**

문의사항이 있으시면 ☎ 042-481-5699 로 문의하시기 바랍니다.

특허청 직원 모두는 깨끗한 특허행정의 구현을 위하여 최선을 다하고 있습니다. 만일 업무처리과정에서 직원의 부조리행위가 있으면 신고하여 주시기 바랍니다.

▶ 홈페이지([www.kipo.go.kr](http://www.kipo.go.kr))내 부조리신고센터